

117. Laza csavarrugó (Slinky) ejtése

A hosszú, laza csavarrugót az Egyesült Államokban „Slinky”-nek nevezik, nálunk inkább a „lépcsőn járó rugó” elnevezés a szokásos. A rugó készülhet acélból, vagy műanyagból is. A rugó lépcsőn járó természetét megnézhetjük a következő animáción:

<http://www.youtube.com/watch?v=Rb1fDKEBu3M>

Ha a rugót egyik végénél fogva, fonál segítségével felfüggesztjük, majd a fonalat elégetjük, akkor érdekes megfigyelést tehetünk a rugó eséséről. A rugó alsó vége csak akkor kezd elmozdulni, amikor már az egész rugó összecukódik.

A felfüggesztett rugón jól megfigyelhető, hogy a menetek nem egyforma mértékben deformálódnak; a legalsó menetek esetén a deformáció elhanyagolhatóan kicsiny, míg a legfelső menetek megnyúlása igen nagy, vagyis a menetemelkedés felfelé fokozatosan, igen jelentős mértékben növekszik.

Amikor az egész rugó felfüggesztve nyugalomban van, akkor minden egyes menete egyensúlyi állapotban van, vagyis a menetre felülről egy kicsit nagyobb, alulról egy kicsit kisebb erő hat, a két erő különbsége tart egyensúlyt a menetre ható nehézségi erővel. A legfelső menetre lényegében a rugó teljes súlya fejt ki erőt, amit a fonálban ható erő egyensúlyoz.

Ha a fonalat elégetjük, akkor először csak a legfelső menet kezd el lefelé gyorsulni, viszont ennek gyorsulása a nehézségi gyorsulás sokszorososa lesz, mert a menetre alulról az egész rugó súlyával megegyező erő hat, felülről viszont az elégetett fonál tartóereje megszűnt. A lejjebb lévő menetek viszont egy igen rövid időre még nyugalomban maradnak, mert az erőegyensúlyuk csak akkor szűnik meg, ha a felettük lévő menetek már összecukódnak.

Az egész rugón lényegében egy lökeshullám halad végig, amely a megnyúlt rugót összecukja. A rugó legalsó menete csak akkor kezd lefelé mozogni, amikor már az egész rugó összecukódott, hiszen egészen addig a legalsó menetre ható erők kiegyenlítik egymást. Érdekes azt is észrevenni, hogy eközben a rugó tömegközéppontja szabadon esik. Az egyenletesen növekvő menetemelkedés alapján jó közelítéssel megállapíthatjuk, hogy a saját súlya miatt megnyúlt rugó tömegközéppontja a megnyúlt rugó hosszának alsó egyharmadában van, így azt is kiszámíthatjuk, hogy hozzávetőlegesen mennyi idő alatt csukódik össze a rugó:

$$\frac{l}{3} = \frac{g}{2}t^2 \rightarrow t = \sqrt{\frac{2l}{3g}}$$